



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Eemeli Loukola

# Ulottuvuuksien kohtaaminen

CGI-hahmon visuaalinen harmonia 2D-maailmassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestinnän tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

21.5.2019

Tekijä(t) Otsikko	Eemeli Loukola Ulottuvuuksien kohtaaminen - CGI-hahmon visuaalinen harmonia 2D-maailmassa
Sivumäärä Aika	30 sivua + 3 liitettä 21.5.2019
Tutkinto	Medianomi
Tutkinto-ohjelma	Viestinnän tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animaatio ja -visualisointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Jaro Lehtonen
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee tietokoneella luodun kolmiulotteisen grafiikan yhdistämistä käsin piirretyn kaksiulotteisen grafiikan kanssa. Opinnäytetyössä tutkitaan, miten kolmiulotteisen hahmon saa näyttämään uskottavalta kaksiulotteisessa ympäristössä ja näyttää visuaalisesti samanlaiselta kuin käsin piirretty hahmo.</p> <p>Opinnäytetyö on jaettu kuuteen eri lukuun, joista kolme on muita laajempia: Kolmannessa luvussa kerrotaan piirrosanimaation ja tietokoneanimaation historiasta ja metodeista. Neljännessä luvussa kerrotaan tarkemmin työn aihealueen eli tradigitaalisen animaation historiasta, kehityksestä ja metodeista. Viidennessä luvussa käydään läpi oman projektin työvaiheet alkukonseptista lopullisten kuvien luontiin.</p> <p>Liitteeksi on lisätty kahden kootun kuvan videot, joissa kuvan eri tasot laitetaan paikoilleen. Olen myös lisännyt videon renderöidystä hahmosta, jonka kamera kiertää ympäri. Videossa näytetään hahmo ilman värejä sekä värien kanssa.</p>	
Avainsanat	2D, 3D, animaatio, CGI, hahmo, tradigitaalinen

Author(s) Title	Eemeli Loukola The meeting of dimensions - The visual harmony of a CGI character in a 2D environment
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Degree Programme in Media
Specialisation option	3D Animation and Visualization
Instructor(s)	Jaro Lehtonen, Senior Lecturer
<p>This thesis covers combining computer generated three-dimensional graphics with a hand drawn two-dimensional graphic. In this thesis it is examined how a three-dimensional character's look is made so that it looks believable in the two-dimensional environment and hence looks visually similar as a hand drawn character.</p> <p>The thesis has been separated in-to six different chapters from which three are larger than others: The third chapter will discuss the history and methods of drawn animation and computer animation. The fourth chapter depicts in greater detail about the history and methods of tradigital animation, namely the subject of this thesis. The fifth chapter will go through work process of the project starting from an initial concept to composing the final images.</p> <p>The videos of two composed images have been added as appendices, in which the different layers of images are put in their places. A video of the rendered character that the camera circles around has also been added. The character is shown both without colors and with colors.</p>	
Keywords	2D, 3D, animation, CGI, character, tradigital

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sanasto	2
3	Animaation käsitteet	3
3.1	Piirrosanimaatio	3
3.2	Tietokoneanimaatio	5
4	Tradigitaalinen animaatio	7
4.1	Ensikosketus tradigitaaliseen animaatioon	7
4.2	Skaalat kasvavat	10
4.3	Mahdoton mahdolliseksi	13
4.4	Tradigitaalisen animaation tulevaisuus	17
5	Oman projektin tuotanto	19
5.1	Konseptointi	19
5.2	3D-mallinnus	21
5.3	Renderöinti	22
5.4	Layout ja turn around	25
5.5	Kompositointi	25
6	Yhteenveto	27
	Lähteet	28
	Liitteet	
	Liite 1. Työlinkit Youtube-videoihin	

## 1 Johdanto

”Käytä kuvaa, se on tuhannen sanan arvoinen”, kertoo uutislehtitoimittaja Tess Flanders vuoden 1911 Syracuse Post Standard-lehdessä (Flanders 1911 18.). Mutta kuinka monta sanaa liikkuva kuva kertoisi? Oletko koskaan halunnut, että hahmo, jonka piirret paperille, pystyisi jollain tavoin liikkumaan? Liikkeellä on suuri merkitys tarinankerronnassa, joten en ole yllättynyt, miksi animaation juuret ulottuvat miltei kaksi sataa vuotta menneisyyteen. On melko turvallista sanoa, että animaatio vaikuttaa jokaiseen meistä jollakin tavalla. Lapsuuden piirretyt naurattivat meitä vitseillä ja opettivat meitä elämänopetuksista tai imaisivat meidät maailmoinhin kauniilla taiteella ja jännittäväillä kohtauksilla. Animaatio on ollut myös osana meitä myös arkielämässä tv-mainosten kautta ja synkimpinä hetkinämme, kuten sota-aikoina, propagandavideoiden muodossa. Animaatio, niin kuin monet muut asiat, kehittyy ja muuttaa muotoaan ajan kuluessa ja kehityksen edetessä. Animaation muutos on niin merkittävä, että osa aiemmin käytetyistä tekniikoista ei näy valtavirran mediassa enää lainkaan.

Tässä tutkielmassa tarkastelen erästä näistä tekniikoista, joiden pelkään katoavan kokonaan ajan kuluessa. Ja jos minulla on mahdollisuus pitää tätä tekniikka elossa vielä, niin sen teen. Kyseessä on traditionaalisen piirrosanimaation yhdistäminen tietokonegrafiikoiden kanssa tai lyhyemmin kutsuttuna, tradigitaalinen animaatio. Tradigitaalinen animaatio on myös hyvin laaja käsite, jossa on monenlaisia erilaisia osia. Tässä tutkielmassa käsittelen erityisesti sitä, miten CGI-hahmo saataisiin näyttämään siltä, että se toimisi kaksiulotteisessa maailmassa piirrettyjen hahmojen kanssa, eikä eroaisi muista hahmoista visuaalisesti. Tavoitteenani on luoda kaksi kompositoituta still-kuvaa, jotka näyttäisivät animaatioelokuvasta otetuilta kuvankaappauksilta. Teen lisäksi myös kamerakierteen tietokoneella luodusta hahmosta, joka on renderöity näyttämään samanlaiselta visuaalisesti kuin kaksiulotteinen hahmo.

Tutkielma jakaantuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa kerron, piirrosanimaation historiasta ja käsitteistä sekä tietokoneanimaation historiasta ja käsitteistä. Toisessa osassa kerron tarkemmin tradigitaalisen animaation syntymisestä, kehityksestä ja sen monista eri käytäntötavoista. Kolmannessa osassa käyn läpi minun oman projektini työvaiheet konseptoinnista lopullisen kuvan kompositointiin. Ihan lopuksi teen vielä yhteenvedon ja johtopäätökset projektistani ja esitän pari loppusanaa.

## 2 Sanasto

**3D** – Sana on lyhenne englanninkielistä sanasta ”three-dimensional”, joka tarkoittaa kolmiulotteista. 3D-objektilla tarkoitetaan, että objektilla on kolme eri ulottuvuutta: leveys, korkeus ja syvyys. Suuri osa nykypäivän animaatiosta tehdään käyttäen 3D-ympäristöjä ja hahmoja.

**2D** – Sana on lyhenne englanninkielisestä sanasta ”two-dimensional”, joka tarkoittaa kaksiulotteista. Kolmiulotteisesta poiketen kaksiulotteisella objektilla on vain kaksi ulottuvuutta; leveys ja korkeus. Esimerkiksi kuva, joka on piirretty paperille, on kaksiulotteinen. Sillä ei ole syvyyttä, vaan se, mikä on näkyvässä, on ainoa, mitä objektista voidaan nähdä.

**Visuaali** – Visuaalinen elementti tai kuva

**Animointi** – Metodi, jolla useasta kuvasta manipuloidaan näyttämään liikkuvan, toistamalla niitä nopeasti toistensa perään.

**CGI-grafiikka** – Engl. ”Computer Generated Imagery” eli tietokoneella tuotettu grafiikka.

**Konseptointi** – Konseptin eli idean suunnittelu. Konseptointi on tuotannon alkuvaiheen osia, jossa tutkitaan erilaisia ideoita projektia varten.

**3D-mallinnus** – Prosessi, jolla kolmiulotteinen hahmo luodaan tietokoneohjelmia käyttäen.

**Kompositointi** – Lopullisen kuvan kokoaminen sen eri tasoista, kuten taustasta, hahmoista, valaistuksesta ja värikorjauksista.

**Renderöinti** – Prosessi, jossa tietokone luo kuvan asetettujen valojen, materiaalien ja asetusten mukaan.

**Verteksi** – kolmiulotteisessa grafiikassa oleva piste, jolla on sijainti kolmiulotteisessa ympäristössä, muttei kokoa.

**Polygoni** – kolmen tai useamman verteksimpisteen täyttämä alue materiaalilla

**Wireframe** – Polygoniverkosto, josta kolmiulotteinen objekti rakentuu.

**Live Action** – Valokuvamateriaali hahmoista, ympäristöistä ja/tai objekteista, jotka on kuvattu fyysisillä kameroilla animaation sijaan.

**Flocking** – CGI-tekniikka, jolla luodaan parveilevia objekteja.

**Algoritmi** – Tietokoneen koodi, jolla on tarkoitus saavuttaa jokin tavoiteltava lopputulos

**3D-setti** – Tietokoneella luotu kolmiulotteinen näyttämö tietokoneohjelmassa johon voidaan sijoittaa muun muassa valoja, objekteja ja kameroita.

**Crowds** – CGI-tekniikka, jolla luodaan suuria objektiryhmiä tietokonealgoritmeja käyttäen. Usein sitä käytetään suurien väkijoukkojen luomiseen animaatiossa.

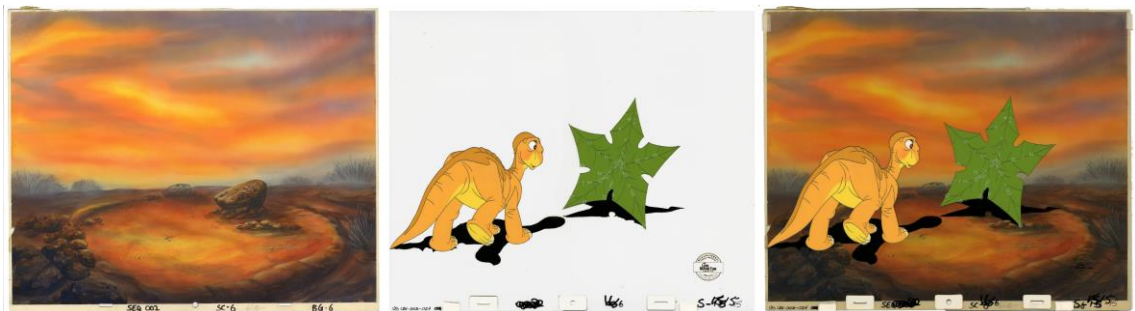
### 3 Animaation käsitteet

#### 3.1 Piirrosanimaatio

Animaatio on sarja järjestyksessä olevia kuvia, joista jokaisessa on pieni liikkeen muutos edelliseen kuvaan nähden. Nämä kuvat toistetaan nopeasti peräkkäin luoden liikkeen illuusion kuvassa. Ensimmäiset piirrosanimaation askeleet vievät lähes 200 vuoden päähän historiaan. Thaumatrope (1825), Phénakisticope (1833), Zoetrope (1833) sekä pläri (1868) olivat varhaisimpia välineitä ja tekniikoita, joilla pystyttiin luomaan tämä liikkeen illuusio nopeasti liikkuvien kuvien avulla. 1900-luvun saavuttua animaation aikakausi virallisesti alkoi Winsor McCayn *Little Nemo* (8. huhtikuuta 1911) ja *Gertie the Dinosaur*-animaation (8. helmikuuta 1914) myötä. Pian useita animaatioelokuvia heijastettiin valkokankaille mykkäelokuvien aikakaudella ja vuosi 1928 toi mukanaan Walt Disneyn *Höyrylaiva Villen* (Steamboat Willie), ensimmäisen piirroselokuvan, jossa oli oma synkronoitu ääniraita. Tämä klassikko kylvi Walt Disneyn menestyksen siemenet ja animaation kultakausi odotti edessä. Vaikka mustavalkoinen animaatio oli jo suosiossa 1930-luvulla, piirrosanimaation kultakausi sai alkunsa Walt Disneyn ensimmäisestä pitkästä värillisestä animaatioelokuvasta, *Lumikki ja seitsemän kääpiöstä* (Snow White and the Seven Dwarfs, Walt Disney Pictures 1937). Elokuva oli suurmenestys, jota katsojat, kriitikot ja elokuvatekijät ylistivät. Vuoden 1939 Oscar-gaalassa

Walt Disneylle annettiin elokuvasta Oscar-kunniapalkinto innovaatiosta, joka inspiroi miljoonia ja loi suuren uuden viihdealueen (Frome 2013, 428.).

Piirrosanimaatio rakentuu pitkälti kahdesta osasta: taustamaalauksesta ja selluloideista. Taustamaalaus nimensä mukaisesti asetetaan animaatiotasojen pohjalle. Tällaisissa taustoissa ei tapahdu mitään liikettä kameran liikkeen lisäksi. Tästä syystä taustoihin yleensä maalataan enemmän yksityiskohtia ja värejä sävyihin. Seuraavaksi taustan päälle asetetaan selluloidit. Selluloidit ovat läpinäkyviä muovipapereita, joille asetetaan kaikki leikatut kuvat, jotka tarvitsevat liikettä. Näitä ympäristöselluloideja maalataan usein vain yksi kappale, jonka liikettä animoidaan kameran edessä. Tätä menetä käytetään usein syvyyden vaikutelman luonnissa. Selluloidien päätarkoitus on kuitenkin hahmoanimaation ja animaatiota tarvitsevien objektien animoimista varten. Hahmon jokaista animaatiokuvaa kohtaan maalataan selluloid: joka sitten sijoitetaan taustataiteen päälle. Animaatiohahmoja yritetään tyyllitellä sen mukaan, että animaatioselluloidin tekeminen olisi mahdollisimman nopeaa. Yleisesti animoiduilla hahmoilla ja objekteilla on maalattu vain ääriiviivat, tasaiset värit ja tarvittaessa maalle varjo, mutta joissakin tilanteissa maalataan myös varjoja ja valokorostuksia.



Kuvio 1. Piirrosanimaation rakenne Maa aikojen alussa -elokuvassa. (*The Land Before Time*, Universal Pictures 1988)

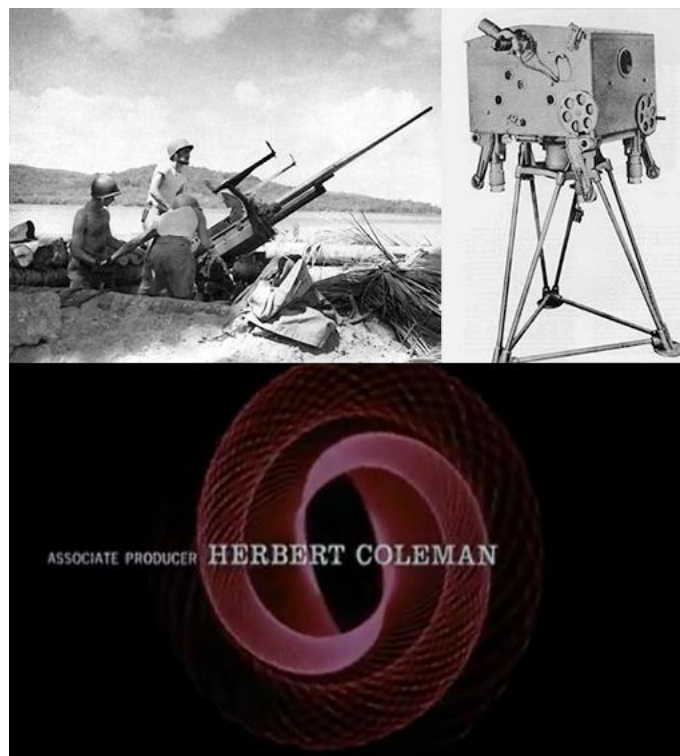
Länsimaisessa piirrosanimaatiossa maalataan usein 24 kuvaa yhtä sekuntia kohden sillä se on elokuvateattereiden esitysstandardi. Anime eli japanilainen animaatio kuvataan 24 kuvaa sekunnissa, mutta hahmot ja pääkohteet animoidaan 8 tai 12 kuvaa sekunnissa. (pluseven, 2014) Japanilaisessa animaatioissa kierrätetään usein samoja kuvia, kun hahmot eivät tee paljoa, kuten esimerkiksi puhuessa usein kierrätetään vain kahta kuvaa; kuvaa, jossa hahmolla on suu kiinni ja kuvaa, jossa hahmolla on suu auki. Japanilaisessa animaatiossa käytetään paljon erilaisia tapoja, joilla eri animaatiokuvien maalaamista voidaan vähentää. Esimerkiksi jos hahmon on paikallaan, käytetään usein



vain yhtä kuvaa animaatiossa. Animaatiokuvien pienemmän määrän ansiota, animaattorit voivat tehdä hahmoista ja animoitavista objekteista yksityiskohtaisempia, mikä normaalisti veisi enemmän aikaa maalata.

### 3.2 Tietokoneanimaatio

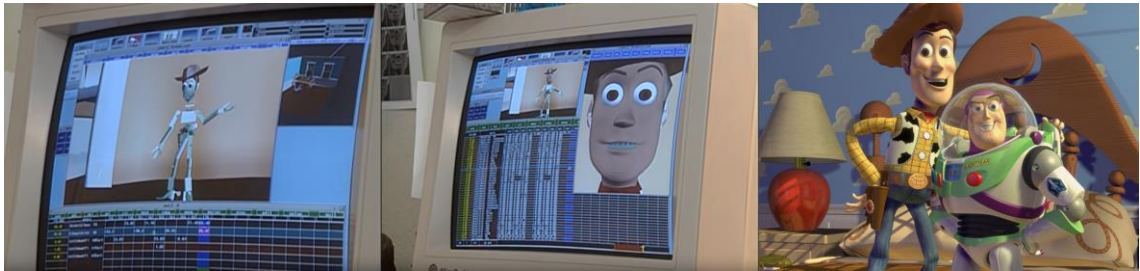
Tietokoneanimaatio sai alkunsa vuonna 1958 julkaistusta Alfred Hitchcockin ohjaamasta *Vertigo*-elokuvasta, jossa elokuvan avauskohtauksessa pyörii erivärisiä spiraalimaisia visuaaleja. Hitchcock ei halunnut, että spiraaleja piirrettiisiin käsin, joten hän palkkasi John Whitneyn luomaan visuaalit, tämä toteutti visuaalit käyttäen toisen maailmansodan aikaista ilmatorjunnan kohdentamistietokonetta. Tietokone painoi yli 385 kiloa ja sen operoimiseen tarvitiin viisi sotilasta, mutta tätä tietokonetta käytettiin, koska sillä oli kyky pyöriä loputtomiin ja täydellisessä synkronoinnissa heiluvan heilurin kanssa, joka loi piirustukset selluloidille. (Tirosh 2013.)



Kuvio 2. Kohdentamistietokone, jolla *Vertigo* – punainen kyynel-elokuvan avauskohtauksen spiraalit luotiin. Alapuolella kuva piirretystä spiraalista. (Paramount Pictures 1958)(Tirosh 2013)

Tietokoneanimaatio kävi läpi monia erilaisia muutoksia vuosien 1960 ja 1990 välillä, mutta suurin läpimurto tapahtui vuonna 1995 julkaistussa Pixarin *Toy Story* – *Lelun*

*elämää*-elokuvassa, joka oli ensimmäinen pitkä elokuva, joka oli kokonaan tehty tietokoneanimaation keinoin. Elokuvan tekoon meni neljä vuotta, ja elokuvan jokainen kuva vaati 45 minuutista 30 tuntiin renderöintiä. Vaikka elokuvaa renderöitiin 24 tuntia päivässä 117 tietokoneen renderifarmilla, vei koko elokuvan renderöinti 800 000 tuntia yhteensä. Lumikin ja seitsemän kääpiön tavoin Toy Story oli suuri menestys niin katsojien kuin kriitikoiden silmissä ympäri maailmaa. (Woropaew 2018.)



Kuvio 3. Toy Storyn Woody hahmo tietokoneohjelmassa. Keskellä kuva Woody'n kasvojen eri kontrolleista. Oikealla kuva viimesitellystä kuvasta (Pixar Animation Studios 1995).

Tietokoneanimaatio poikkeaa piirrosanimaatiosta monella tapaa. Suurin ero on se, että tietokoneanimaatio luodaan usein pelkästään tietokonetta käyttäen. Tietokoneanimaation prosessi alkaa 3D-objektien ja hahmojen mallintamisesta. Vertekspisteitä ja polygoniverkkoja käyttäen hahmosta rakennetaan wireframe, jonka tietokone täyttää polygoni-informaatiolla. Polygonien eri ominaisuuksiin kuuluu muun muassa väri ja reagointi valoon. Tästä polygonipinnasta otetaan usein leikattu ja tasoitettu kuva, jota kutsutaan UV-kartaksi. UV-karttaan maalataan hahmon tai objektin eri tekstuurit, jotka sitten kietoutuvat hahmon tai objektin ympärille, kun ne on oikein tehty. Kun hahmon malli on valmis ja tekstuurit laitettu paikalleen, hahmolle luodaan tietokoneohjelmaa käyttäen luuranko eli rigi. Riggausvaiheessa hahmolle asetetaan kaikki tarvittavat kontrollit, joita hahmon pitää suorittaa animaatioissa. Näitä ovat usein muun muassa jalkojen taipumiset, käsien ja sormien kontrollit, kasvojen eleet ja kontrollit sekä vartalon kierrekollit. Kun riggaus on valmis, hahmo on usein valmis animoitavaksi. Hahmolle luodaan ympäristö käyttäen samoja prosesseja ja tietokoneympäristöön asetetaan valot, kamerat ja niiden liikkeet. Tietokoneanimaatio eroaa piirrosanimaatiosta siten, että kun piirrosanimaatioissa jokainen kuva piirretään erikseen, tietokoneanimaatioissa annetaan hahmolle erilaisia arvoja tietokoneohjelman aikajanalla. Liikkeelle asetetaan alkupiste ja loppupiste aikajanalla, tietokone sitten laskee animaation kahden pisteen välille. Näitä tehdään tietokoneanimaatioissa usein satoja ja lopputuloksena saadaan hahmon animaatiot.

## 4 Tradigitaalinen animaatio

### 4.1 Ensikosketus tradigitaaliseen animaatioon

Tradigitaalinen animaatio-termin alkuperä on epävarma, mutta usea lähde viittaa siihen, että termin toi valtavirtaan vuonna 2001 Dreamworksilla työskennellyt tuottaja Jeffrey Katzenberg, kun hän antoi haastattelua *Spirit: Villi ja vapaa* -elokuvasta. Haastattelussa Katzenberg kertoo, että Spirit oli heidän ensimmäinen elokuvansa, jossa he virallisesti käyttivät nimeä ”tradigitaalinen teknologia” (McClure 2001). Vaikka Katzenberg toi termin viralliseen valoon, tekniikan keksijänä pidetään digitaalitaiteilija Judith Moncrieffia, joka loi termin ”tradigitalismi” 1990-luvulla. Termi ja tekniikka syntyivät, kun Moncrieff työskenteli ohjaajana Pacific Northwest College of Artissa. (Kina 2015.) Tradigitalismilla hän tarkoitti traditionaalisten ja digitaalisten työvälineiden yhdistämistä. Termillä ”tradigitaalinen” tarkoitetaan taidetta ja erityisesti animaatiota, jossa yhdistetään sekä traditionaalisia että tietokonepohjaisia tekniikoita tuotantoprosessissa ja usein myös lopputuloksessa. Vaikka termi tulikin viralliseen käyttöön vasta 2000-luvulla, tekniikka otti alkunsa jo 1980-luvulla.

Disney oli ensimmäisiä tämän tekniikan implementoimisessa animaatioelokuviin. Vuonna 1986 julkaistussa *Basil Hiiri – Mestarietsivä* -elokuvassa (*The Great Mouse Detective, Walt Disney Pictures 1986*), Disney yhdisti tietokoneanimaatiota käsipiirrettyjen hahmojen kanssa. Kun tietokonegrafiikat oli luotu, tietokone piirsi mekaanisella kädellä animaatiopaperille sen mitä oli ruudulla. Lopputuloksena saatiin piirretyt ääriviivat CGI-ympäristöön, jonka päälle animaattori piirsi hahmot. Tämä tekniikka avasi ovet uusiin mahdollisuuksiin kameran liikkeessä, kun kamera pystyi vapaasti liikkumaan näissä 3D-seteissä antaen uusia mahdollisuuksia nopeatempoiseen ja vaikeasti luotavaan animaatioon. (Nibbelink 1986)



Kuvio 4. Disneyn tuotantoprosessi Big Ben-kohtauksen rattaiden luomiseen Basil – Mestarietsivä-elokuvassa. (Walt Disney Pictures 1986)

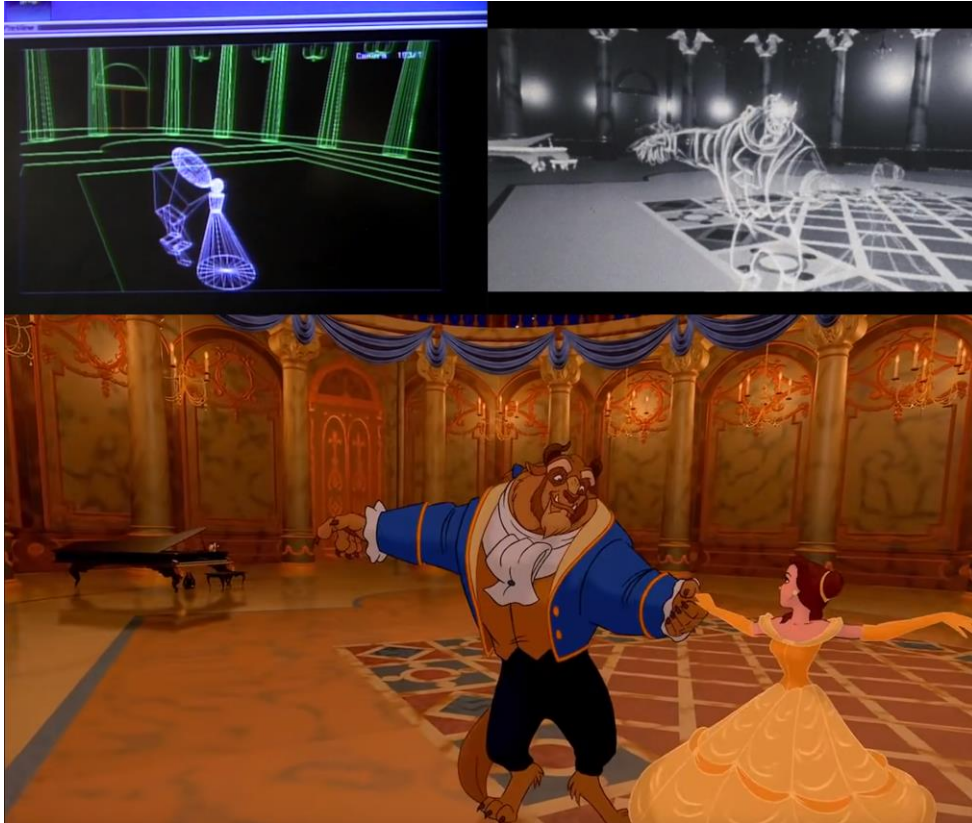
Disney jatkoi myös tämän tekniikan hyödyntämistä myös muissa elokuvissa. Elokuvas-  
 sa *Kaunotar ja hirviö* (*Beauty and the Beast*, Walt Disney Pictures 1991) Disney loi  
 historiansa sofistikoituneimman ja monimutkaisimman kohtauksen, tanssisalikohtauk-  
 sen hirviön linnassa. Disney halusi tehdä jotain, mitä ei ollut koskaan aiemmin tehty  
 animaatioissa. Normaaleissa "live action"-elokuviissa on helppoa viedä kameraa hah-  
 mojen läpi ja ympäri, mutta animaatioissa se on hyvin hankalaa, kun pitää työskennellä  
 vain litteiden maalauksien kanssa. Samalla kun Disney työsti kohtausta eteenpäin, he  
 pohtivat, miten hienoa olisi, jos tanssisali voitaisiin luoda tietokoneella. Disney oli jo  
 ottanut käyttöön Pixarin ja Disneyn yhdessä kehittämän tietokoneanimaatiosysteemin  
 CAPS:n (Computer Animation Production System), jota se oli hyödyntänyt aiemmissa  
 tuotannoissa ennen *Kaunotar ja hirviötä*, *Pienen merenneidon loppukohtauksessa* (*The  
 Little Mermaid*, Walt Disney Pictures 1989) ja *Bernard ja Bianca Australiassa* –  
 elokuvassa. (*The Rescuers Down Under*, Walt Disney Pictures 1990) (Harrison 2016.)



Kuvio 5. Disney on hyödyntänyt tietokonegrafiikkaa myös hankalien objektien animaatioissa, kuten ajoneuvoissa (Walt Disney Pictures 1989) (Walt Disney Pictures 1990).

CAPS oli mustetussaus- ja väritysohjelma, jonka tarkoitus oli pienentää ja helpottaa  
 tuotantoprosessia animaatiokuvien käsittelyssä ja värittämisessä digitalisoimalla pro-  
 sessin. Disney päättikin luoda CAPSia tanssisalin 3D-settinä, jossa kameraa pystyttiin  
 lennättämään ympäristössä samalla tavalla kuin live action -ympäristöissä ja hake-  
 maan erilaisia kamera kuvakulmia. Kun kameran liike oli luotu, hahmot animoitiin 3D-  
 ympäristön päälle. Kohtauksen haasteellisuudesta huolimatta lopputuloksesta tuli kau-  
 nis kohtausta, josta on tullut klassikko Disneyn animaatioelokuviissa. (Ogden Stiers,  
 Hahn, Trousdale 1991)





Kuvio 6. Disneyn tuotantoprosessi Tanssisali-kohtauksen luomisessa Kaunotar ja hirviö -elokuvassa (Walt Disney Pictures 1991).

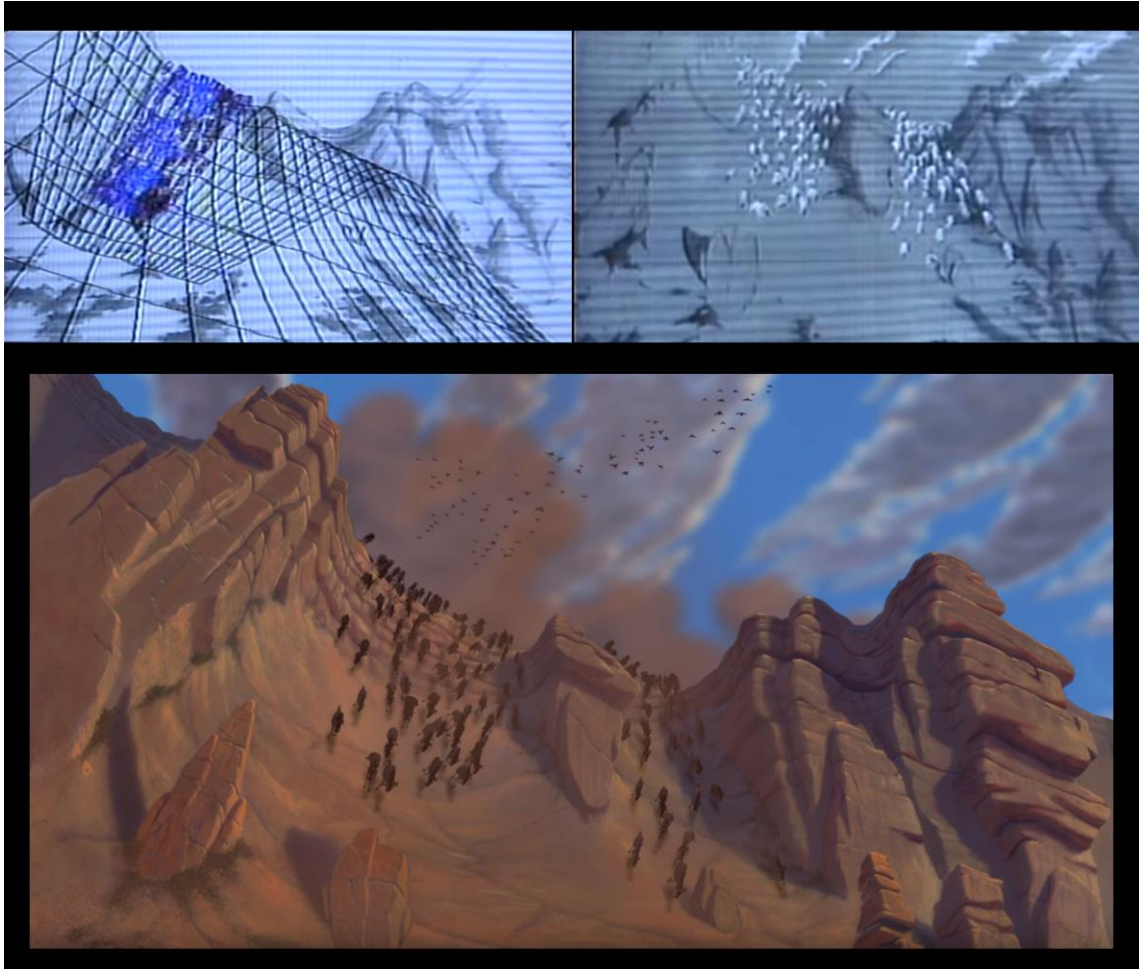
Kaunotar ja hirviö -elokuvassa Disney alkoi tutkia tietokonegrafiikan käyttöä myös hahmoissa. ”Be Our Guest” -laulukohtaus huipentui tietokonegrafiikalla luodun katto-kruunun laskeutumiseen, jonka päällä ja reunoilla tanssii ryhmä henkiin heränneitä haarukoita (Goldberg 1992.) Tämän jälkeen Disney halusi alkaa käyttää tätä teknologiaa myös hahmoissa. Disney oli alkanut työstämään seuraavaa elokuvaansa Aladdinia, ja tässä elokuvassa tietokonegrafiikan implementointia aletaan käyttää myös hahmoissa. Elokuvan Ihmeiden onkalon kasvot ja sisäänkäynti oli luotu käyttäen tietokonegrafiikkaa ja animaatiota. Elokuvan hahmoin kuuluu myös Lentävä matto -hahmo, jolla oli hyvin yksityiskohtainen design, joka olisi ollut mahdoton piirtää käsin, joten tässäkin hahmossa Disney päätti hyödyntää tietokonegrafiikkaa. Disneyn oli myös tarkoitus luoda elokuvan Taikamatto-hahmo kokonaan käyttäen tietokonegrafiikkaa ja animaatiota, mutta testitokset näyttivät joka kerta epäaidolta tai ”tietokonemaiselta”. Lentävä matto päätettiin animoida käyttäen piirrosanimaatiota, mutta animaatiossa piirrettiin vain maton ääriviivat ja kulmien tupsut. Piirrosanimaatiota käyttäen pohjana matto animoitiin piirrosanimaatiomaton päälle tietokoneella. Tämän jälkeen maton kulmien tupsut animoitiin piirrosanimaatiolla 3D-hahmon päälle. (Carlwright 1992.)



Kuvio 7. Vasemmalla: Käsipiirretyn Maton ääriiviiva-animaatio. Oikella: Tietokoneella luotu ja värjätty CGI-Matto (Walt Disney Pictures 1992).

#### 4.2 Skaalat kasvavat

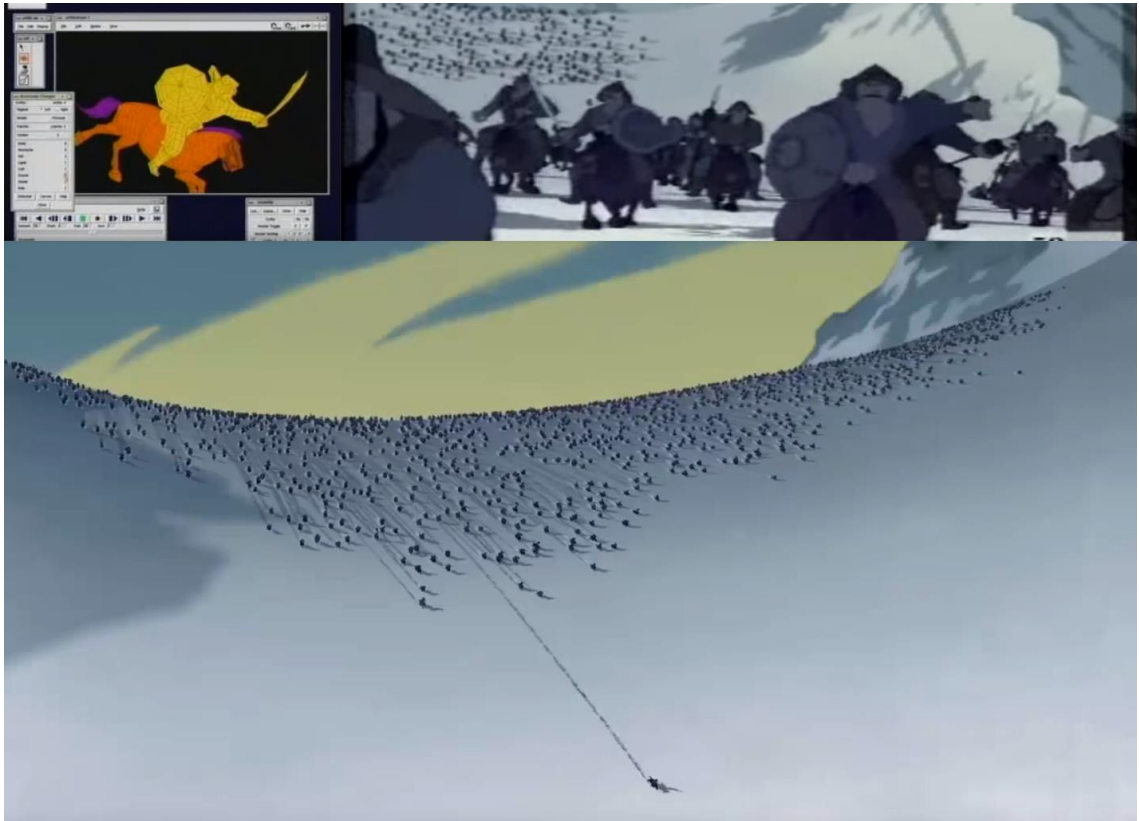
Tietokoneiden kehittyessä Disney alkoi tutkia uutta teknologiaa siirtyessään sen seuraavan elokuvaansa Leijonakuninkaaseen. Tätä uutta teknologiaa kutsuttiin nimellä "flocking" eli parveilu. Tätä tekniikkaa käytettiin Leijonakuninkaan kohtauksessa, jossa elokuvan päähahmo Simba joutuu pakokauhussa juoksevien gnuantilooppien reitille syvässä solassa. Koska gnuantilooppeja on kohtauksessa satoja, olisi niiden animoiminen yksitellen lähes mahdoton työ. Tähän Disney kehitti ratkaisun sillä, että mallinnettiin ja animoitiin tietokoneella yksi antilooppi, joka sitten vietiin flocking -tietokoneohjelmaan. Tämä yksi antilooppi pystyttiin sitten monistamaan ja tietokoneella luotiin niin sanotusti seuraa johtajaa -algoritmi, jolloin kaikki tietokoneella monistetut antiloopit seurasivat yhtä tiettyä kohdetta. Tämä saa luomaan illuusion, että antiloopit juoksevat yhdessä laumassa. Antilooppeihin myös koodattiin osumakohdat, jotta antiloopit eivät juoksisi toistensa läpi ja väistelevät tietokoneella asetettuja esteitä. Tämän jälkeen luotiin tietokoneella maan wireframe -verkko, jota pitkin antiloopit juoksevat, ja lopuksi renderöidyt antiloopit kompositoitiin maalattujen taustojen päälle. (Johnston 1994.)



Kuvio 8. Tuotantoprosessi Leijonakuninkaan “Flocking”-teknologian käytössä (Walt Disney Pictures 1994)

Disney jatkoi tämän teknologian kehitystä myös Leijonakuningasta seuraavissa elokuvissa. Vuonna 1996 julkaistussa Notredamen kellonsoittajassa (*The Hunchback of Notre Dame*, Walt Disney Pictures 1996) Disneyn animaattorit halusivat täyttää Pariisin kadut valtavilla satojen ihmisten ryhmillä, joita myöhemmin virallisesti nimitettiin nimellä ”crowds” eli väkijoukot. Animaattorit ensin mallinsivat ja animoivat yhden hahmon. Tälle valmiille hahmolle luotiin erilaisia variaatioita, kuten hiustyylejä, partoja, vaatteita ja värejä. Sen jälkeen hahmosta voidaan tietokoneella luoda erilaisia versioita, vaikka pohjahahmo ja sen animaatiot onkin samat luoden illusion, että ruudulla olisi useita erilaisia hahmoja. Näitä pohjahahmoja tehtiin sen verran, kuinka paljon erimuotoisia hahmoja haluttiin ruudulle ja tuloksena saatiin usein kymmeniä erilaisia hahmovariaatioita, joita pystyttiin ripottelemaan ympäri animaation ympäristöä tarpeen mukaan. (Alexander 1995.)

Disney jatkoi väkijoukko-tekniikan kehittämistä myös vuonna 1998 julkaistussa Mulan-elokuvassa, jossa väkijoukkoskaala nousi suuremmaksi. Elokuvan yksi suuremmista kohokohdista oli kohtaus, jossa Mulan ja muut sotajoukot, kohtaavat elokuvan antagonistin Shan Yun ja hänen hunnijoukkonsa lumisilla vuorilla. Kohtauksessa Shan Yu johtaa valtavan hunnien ratsujoukon lumiselta kukkulalta ja ruudulla on ajoittain satoja hunniratsastajia. Kuten Notredamen kellonsoittajassa, Disney kehitti tätä kohtausta varten vain muutaman ratsastajan, mutta näille ratsastajille pystyttiin vaihtamaan vaatteita, aseita varustuksia ja hahmopiirteitä, kuten hiuksia ja lopputuloksena animaattoreilla oli käytössä kymmeniä tuhansia erilaisia hunniratsastajia kohtausta varten (Beckhurs 1998.) Disney kehitti myös algoritmeja, joiden avulla ratsastajat tunnistivat toisensa ja tällä välttivät ratsastamasta toistensa läpi, kuten Leijonakuninkaassa.



Kuvio 9. Väkijoukkotekniikan ja "flocking"-tekniikan yhdistämistä Mulan-elokuvassa (Walt Disney Pictures 1998)

Väkijoukkotekniikka todettiin hyvin merkittäväksi teknologiaksi animaatioissa ja sen käyttö lisääntyi muissakin studioissa, koska se avasi uusia mahdollisuuksia animaation skaalan kasvattamiseen, muttei lisännyt huomattavasti työtä. DreamWorks Animationin Egyptin prinssi (The Prince of Egypt, DreamWorks Animation 1998), Tie El Doradoon

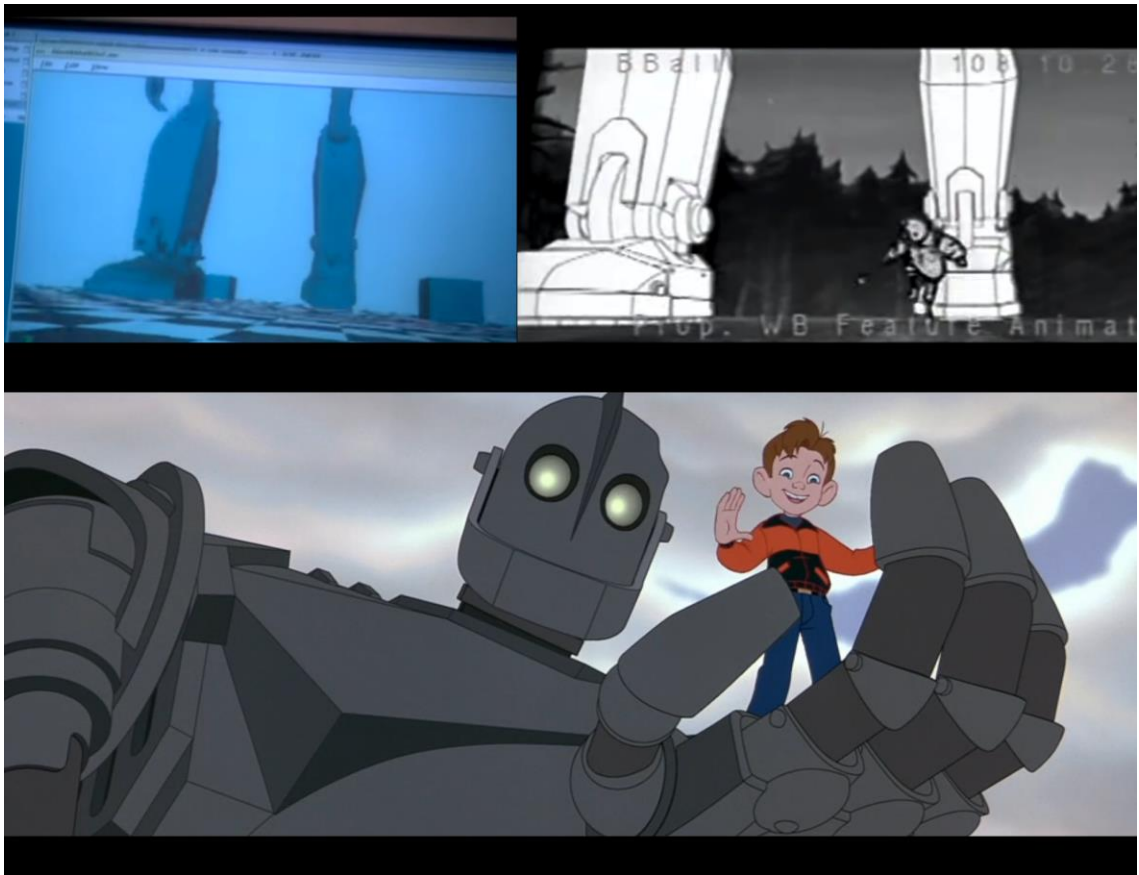


(The Road to El Dorado, DreamWorks Animation 2000) ja Spirit - villi ja vapaa (Spirit: Stallion of the Cimarron 2002) kaikki hyödynsivät tätä väkijoukkoteknologiaan elokuviin suuria ihmisjoukoista hevoslaumoihin.

#### 4.3 Mahdoton mahdolliseksi

Aladdinin Lentävä matto ja tietokoneanimaation kasvu kylväsi kiinnostuksen animaatio-studioissa siihen, että potentiaali tietokoneilla luotuihin ja animoituihin hahmoihin piirrosmaailmoissa on suuri, mutta teknologia ei ollut vielä siinä vaiheessa, että CGI-hahmot olisivat mahdollisia näissä maailmoissa. Vuosien kuluessa ja teknologian sekä animaation kehittyessä tietokoneanimaatio lähti suureen suosioon Pixarin ja Dream-Worksin myötä, joten piirrosanimaatio-studioidenkin oli pakko tavoitella uusia spektakkeleja, mutta siitä huolimatta piirrosanimaation tulevaisuus alkoi tästä eteenpäin näyttää synkältä.

Vuonna 1999 Warner Bros. julkaisi piirrosanimaatioelokuvan, jossa tarinan yksi päähahmoista oli tietokoneella luotu ja animoitu. Tämän elokuvan nimi oli *Rautajätti*. (The Iron Giant, Warner Bros. Feature Animation 1999) Rautajätti oli suuri avaruudesta pudonnut ja muistinsa menettänyt sotarobotti, joka ystävystyy elokuvan protagonistin, amerikkalaisen poikalapsen, Hogarth Hughesin kanssa. Nämä kaksi hahmoa olivat usein elokuvassa yhdessä, joten animaattorit yrittivät luoda Rautajätistä mahdollisimman samankaltaisen kuin piirretyistä hahmoista, jotta se näyttäisi uskottavalta. Animaattorit mallinsivat ja animoivat hahmon tietokoneella kolmiulotteisesti, mutta hahmo väritettiin kaksiulotteisesti. Lopputuloksessa Jätti sopeutui hyvin kaksiulotteiseen ympäristöönsä ja ei eronnut huomattavasti visuaalisesti Hogarthista ja muista hahmoista. (Bodner 1999.)



Kuvio 10. Tuotantokuvia Rautajätin luonnista Rautajätti-elokuvassa (Warner Bros. Feature Animation 1999)

Samaan aikaan kun Warner Bros oli tuottamassa Rautajättiä, Disney työsti animaatioelokuva Tarzanista. Tässä vaiheessa digitaalisten ja traditionaalisten työkalujen yhdessä käyttö oli jo normaalia, mutta siitä huolimatta Disney tutki uusia innovaatioita ja tapoja joilla luoda ennennäkemättömiä animaatioita. Yksi näistä uusista teknologioista oli nimeltään Deep Canvas -ohjelma. Animaattorit halusivat luoda Tarzanin viidakosta uskottavan näköisen ja jotta katsojat uskoisivat ja uppoutuisivat tähän maailmaan, Tarzanin ja kameran oli liikuttava kolmiulotteisesti elokuvassa. (Ball, 1999) Deep Canvas oli ohjelma, joka mahdollisti sen, että Tarzanin ympäristön muodot mallinnettiin kolmiulotteisesti ja tämän jälkeen tähän 3D-settiin animoitiin kameran liike. Studioon taustataiteilijat sitten maalasivat Deep Canvas-ohjelmaa käyttäen stylus-kynällä ja piirtopöydällä 3D-mallinnettujen puiden ja llaanien päälle tekstuurit ja lopputuloksena saatiin kolmiulotteinen ympäristö, joka on yhtä visuaalisesti rikas kuin kaksiulotteisesti maalatut animaation osat.



Kuvio 11. Deep Canvasin työvaiheita kolmiulotteisten ympäristöjen luontiin Tarzanissa (Walt Disney Pictures 1999)

2000-luvun alussa tradigitaalisen animaation käyttö oli huipussaan Disneyllä ja Dreamworksilla, mutta tietokoneanimaation suosion kasvu edelleen uhkasi piirrosanimaatioelokuvien alaa. Disneyn vuonna 2001 julkaisemassa tieteisfiktiossa *Atlantis – kadonnut kaupunki* (*Atlantis: The Lost Empire*, Walt Disney Pictures 2001) oli enemmän tietokoneella luotua grafiikkaa kuin missään aiemmassa heidän tekemässä elokuvassa. Elokuvassa piti olla hyvin yksityiskohtaisia ja suuria objekteja, kuten sukellusveneitä ja valtava Leviathan-robottihummerihybridi, joka animoitiin täysin tietokonegrafiikkaa käyttäen. Tällaiset olisivat olleet hyvin vaikeita ja aikaa vieviä tehdä käsin tai designeja olisi täytynyt yksinkertaistaa. (Wise & Trousdale 2001.) Atlantis tuotettiin digitaali- tuotanto mielessä ja elokuvassa käytettiin neljää erilaista CGI-kategoriaa: digitaaliset hahmot, ajoneuvo-efektit, orgaaniset efektit ja kolmiulotteiset ympäristöt (Joshi, 2001). Kuten aiemmissa elokuvissa, jossa tarvittiin suurempia väkijoukkoja, Disney käytti väkijoukko-teknologiaa erilaisten sotilaitten luomiseen ja animoimiseen. Disney

myös hyödynsi Deep Canvasia kolmiulotteisten ympäristöjen luomiseen, jotka maalaettiin tietokoneella, kuten Tarzanissa. Disney myös kehitti teknologioita ajoneuvojen ääri-  
viivojen ja värien luomiseen, koska elokuvan kolmiulotteisten mallien haluttiin olevan visuaalisesti samanlaisia piirrettyjen hahmojen kanssa, eivätkä näyttäisi olevan eri maailmasta. Elokuva kuitenkin epäonnistui lähes täysin lippuluukuilla ansaiten vain 180 miljoonan dollarin lippuluukkutulot 120 miljoonan dollarin budjetilla, kun aiemmin julkaistu Tarzan oli ansainnut 448 miljoonaa dollarin lippuluukkutulot 130 miljoonan dollarin budjetilla. (Box Office Mojo 2019.)

Disney kuitenkin päätti tuottaa toisen tieteisfiktioanimaation, jota on myös kutsuttu nauhan, joka tappoi Disneyn piirrosanimaation tulevaisuuden. Tämä elokuva oli vuonna 2002 julkaissut *Aarreplaneetta (Treasure Planet, Walt Disney Pictures 2002)*. Elokuva oli adaptaatio Robert Louis Stevensonin vuonna 1883 kirjoittamasta Aarresaari-kirjasta, mutta merten sijaan tarina sijoitettiin ”steampunk”-tyylisuuntaan viittaavaan avaruuteen, jossa alukset olivat purjelaivojen ja avaruuslaivojen sekoituksia ja meripyörteet mustia aukkoja. Atlantiksen tavoin, Disney hyödynsi tietokonegrafiikkaa elokuvan monissa eri osissa kuten ympäristöissä ja ajoneuvoissa. Disney myös päätti kokeilla uutta tapaa yhdistää tietokonegrafiikkaa piirrosanimaation kanssa. Tarinan antagonistiksi John Silver oli elokuvassa kuvattu kyborgi-hahmona, joka oli muuten normaalisti piirretty, mutta hänen ruumiissa oli paljon mekaanisia osia, jotka oli tarkoitettu luoda tietokoneella. Suurin näistä mekaanisista osista oli John Silverin oikea käsi, joka oli kokonaan mekaaninen. Disneyn animaattorit eivät aluksi olleet varmoja, toimitko tällainen yhdistelmä, joten he tekivät testianimaation käyttäen vanhaa piirrosanimaatiota Kapteeni Koukusta, jonka oikea käsi korvattiin mekaanisella kädellä. (Keane 2002). Testi oli onnistunut ja John Silveristä tuli Disneyn ensimmäinen piirroshahmo, jossa osa hahmosta oli luotu käyttäen CGI-grafiikkaa ja animaatiota. Elokuva kuitenkin osoittautui täydeksi pommiksi lippuluukuilla jääden tappiolle lippuluukuilla tuottaen vain 109 miljoonaa dollaria 140 miljoonan dollarin budjetilla (Box Office Mojo 2019). Tämän tappion jälkeen Disney aloitti siirtymän pelkän tietokoneanimaation tekoon. Walt Disney Animation Studios tosin tuotti vielä neljä piirrosanimaatioelokuva joista viimeinen oli vuonna 2011 julkaissut *Nalle Puhin elokuva (Winnie the Pooh, Walt Disney Pictures, 2011)*, jonka jälkeen se sulki sen piirrosanimaatiostudion ja vaihtoi fokuksensa pelkästään tietokoneanimaatioon (Child 2013).



Kuvio 12. Yllä kuvia mekaanisen käden testeistä Kapteeni Koukkua käyttäen ja alla kuva John-Silveristä valmiin mekaanisen käden kanssa Aarreplaneetassa (Walt Disney Pictures 2002)

#### 4.4 Tradigitaalinen animaatio nykypäivänä

Vaikka tietokoneanimaation kultakausi länsimaisessa animaatiossa onkin ohi, eivät sen merkit kadonneet ole vielä maailmassa. Japanissa piirrosanimaatio eli anime on edelleen suuressa suosiossa ja eikä suosion loppumisesta ole merkkejä. Jotkin Japanin animaatiot käyttävät myös tietokoneanimaatiota piirrosanimaation lisänä ja apukeinona animaation helpottamiseksi ja vähentämiseksi. Varsinkin mecha-animessa eli animaatioissa, joissa hahmot käyttävät suuria robotteja, käytetään paljon tietokoneanimaatiota designien ja animaation monimutkaisuuden takia. Tämän tosin ovat jotkin animaationkuluttajat ottaneet vastaan negatiivisesti ja näkevät sen vain halpana tapana vähentää animaatiotyötä, mikä voi johtaa siihen, että animaation laatu kärsii näyttäen halvalta tai laiskalta.

Tradigitaalinen animaatio näkyy myös ajoittain länsimaisessa animaatiossa. Vuonna 2016 Walt Disney Animation Studios demonstroi Paperman-lyhytanimatiioelokuvassa sen kehittämää uutta teknologiaa, joka yhdisti tietokoneella piirrettyä kynänjälkeä kolmiulotteisten mallien kanssa, luoden piirrosanimaation ja tietokoneanimaation hybridin,



joka näytti kaksiulotteisesti tehdyiltä. Disney ei ole vielä tehnyt täysmittaista elokuvaa tätä tekniikkaa käyttäen, mutta lyhytelokuvan positiivinen vastaanotto ja Oscar-palkinto parhaasta lyhytelokuvasta voi mahdollisesti vaikuttaa sen potentiaaliseen käyttöön tulevaisuudessa. Viimeisin animaatioelokuva, joka hyödyntää sekä tietokoneanimaatiota, että kaksiulotteista animaatiota oli vuonna 2018 julkaissut Spider-Man: kohti Hämähäkkiuniversumia. Elokuva on pitkälti tuotettu käyttäen tietokone grafiikkaa, mutta paljon elokuvan visuaalisista efekteistä tuotettiin käyttäen kaksiulotteista grafiikkaa, luoden elokuvalla sarjakuvamaisen estetiikan ja tunnelman. Elokuva oli menestys lippuluukulla tuottaen 375 miljoonaa dollaria 90 miljoonan dollarin budjetilla ja elokuva voitti vuoden 2018 Oscar-gaalassa parhaan animaatioelokuvan palkinnon (Box Office Mojo, 2019).

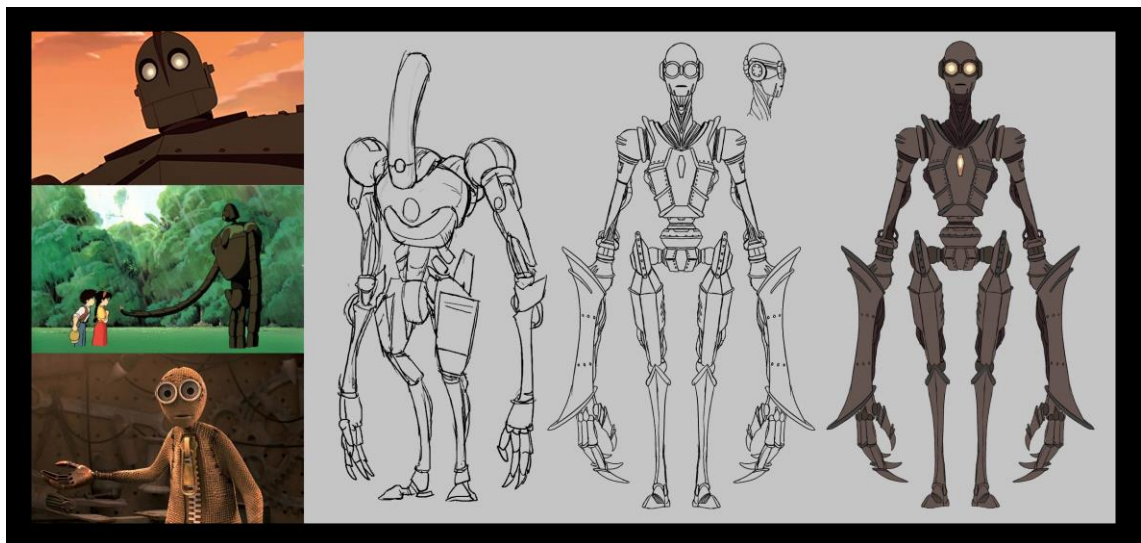


Kuvio 13. Kuva Spider-Man: kohti Hämähäkkiuniversumia-elokuvasta, jossa kuvan räjähdys on luotu käyttäen kaksiulotteista grafiikkaa, kun hahmot taas on luotu kolmiulotteisesti (Sony Pictures Entertainment 2018)

## 5 Oman projektin tuotanto

### 5.1 Konseptointi

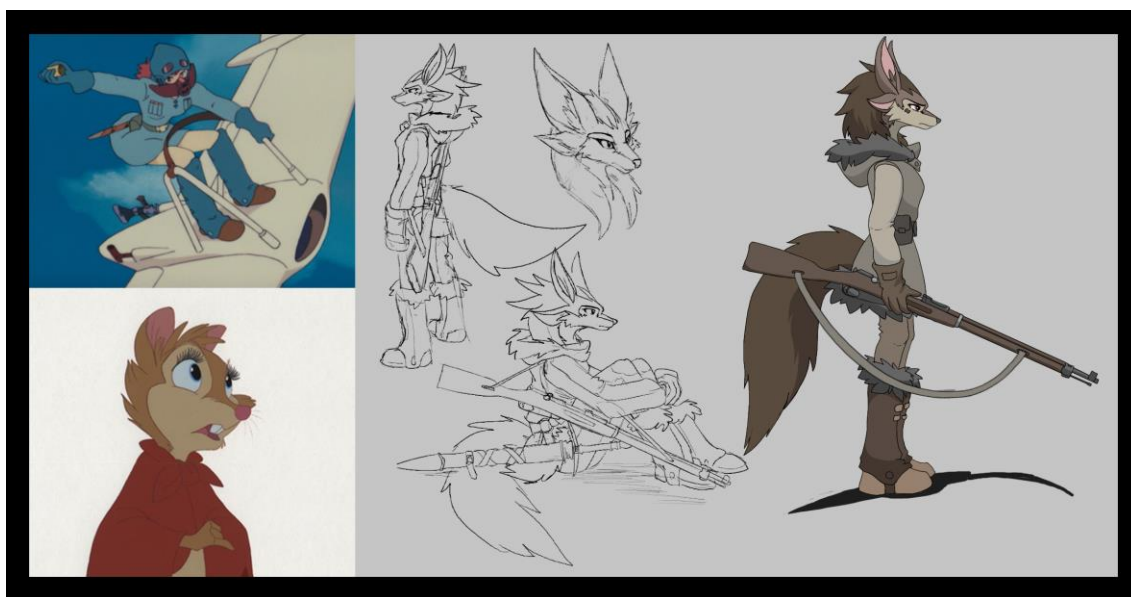
Halusin tässä opinnäytetyössä palata siihen aikaan, kun tradigitaalinen animaatio oli huipussaan. Vaikka Atlantis, Aarreplaneetta ja Rautajätti eivät olleet menestyksiä elokuvateattereissa, olivat ne silti korkealla minun suosikkianimaatioelokuvieni listalla, ja halusin itse olla tekemässä vastaavaa. Tämän takia olen nyt tarttunut mahdollisuuteen tutkia, miten Rautajätin kaltainen CGI-hahmo luodaan sillä tavalla, että se näyttää visuaalisesti kuuluvan piirrettyyn maailmaan. Aloitin idean rakentamisen katsomalla paljon animaatiota, josta olen paljon pitänyt, ja aloin kerätä referenssejä omaan projektiini. Suunnitelmani oli luoda kaksi kompositoitua kuvaa, jotka muistuttivat kuvankaappauksia animaatioelokuvan kohtauksesta, jossa piirroshahmo kohtaa taivaalta pudonneen suuren robottihahmon sen luomasta kraatterista robotin putoamisen jälkeen. Robotti herää, huomaa sen edessä kivellä seisovan piirroshahmon ja nojaa eteenpäin katsoen piirroshahmoa lähempää.



Kuvio 14. Kuvan vasemmalla laidalla ylhäältä alas: Rautajätti, Robotti Laputa – linna taivaalla - elokuvasta, 9 -hahmo 9 -elokuvasta. (Feature Animation 1999)( Studio Ghibli 1986)( Focus Features 2009)

Olin päättänyt, että CGI-hahmo tulisi olemaan mekaaninen tässä työssä. Tulin tähän päätökseen, koska olin eniten inspiroitunut juuri Rautajätistä ja Studio Ghiblin *Laputa – linna taivaalla* -elokuvan robotista. Laputa-elokuvassa pidin varsinkin robotin pitkistä käsistä ja päätin suunnitella omalle hahmolle samankaltaiset pitkät kädet. Minun ei

myöskään tarvinnut tehdä hahmolle lihastaipumisia tai muita orgaanisia osia, jotka voisivat hidastaa työn tuotantoa. Suunnittelin ensin, että hahmolla oli melko pyöreistä osista muodostuva ylävartalo, mutta katsottuani Rautajätin designia päätinkin tehdä hahmosta paljon kulmikkaamman ja osittain myös vanhemman näköisen. Hahmon pään muoto oli sekoitus Rautajätin designia ja vuoden 2009 ”9”-animaatioelokuvasta tuttujen nukkehahmojen päiden ja silmien designia. Otin myös huomioon hahmoa suunnitellessani sen, että hahmolla tulisi olemaan ääriviivat ja hahmon värit tulisivat olemaan tasaisia, eikä niissä tulisi olemaan sävyvaihdoksia. Tällä tavoin saisin replikoi-tua Rautajätin visuaalista ulkonäköä ja hahmo tulisi näyttämään samankaltaiselta kuin piirroshahmo. Tälle robottihahmolle annoin nimen Cornelius.



Kuvio 15. Kuvan vasemmalla laidalla Nausicaä ylempänä ja Rouva Brisby alempana. (Toei Company 1984)( Don Bluth Productions 1982)

Työn piirroshahmo oli ollut minulla jo suunnitelmissa minun muita projekteja varten, mutta ajattelin sen sopivan työhön hyvin, joten päätin käyttää sitä tässä työssä. Hahmo on antropomorfinen kuvitteelliseen susi-rotuun kuuluva naishahmo nimeltä Mari, jonka designissa olen ottanut paljon inspiraatiota Hayao Miyazakin Nausicaä-hahmosta ja Don Bluthin piirtämästä Rouva Brisby-hahmosta. Minua ovat aina kiehtoneet ihmismäiset eläinhahmot, joten päätin tässäkin projektissa tehdä piirroshahmosta tällaisen.



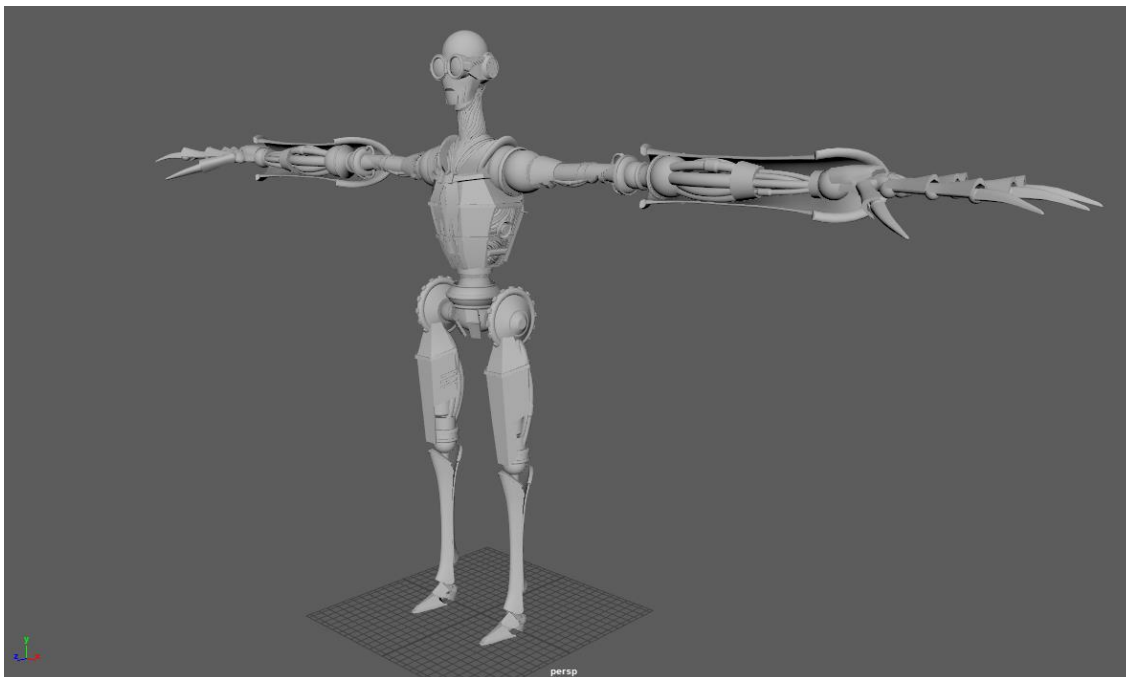


Kuvio 16. Kuvakaappauksia Prinsessa Mononoke -elokuvasta. (Studio Ghibli 1997)

Ympäristön ja liikkuvien efektien visuaalisessa ulkonäössä otin paljon inspiraatiota Studio Ghiblin Prinsessa Mononoke-elokuvasta. Elokuvan taustat ovat maalattuja yksityiskohtaisesti ja käytetty paljon erilaisia värisävyjä, piirroshahmon ja CGI-hahmon tavoin liikkuvat efektit tulisi piirtää muistuttamaan näitä kahta hahmoa eli ainoastaan tasaisia värejä, eikä sävyvaihdoksia. Tämä johtuu siitä, että animoidut hahmot ja efektit värjätään lähes aina käyttäen tasaisia värejä, koska se on vähemmän aikaa vievää, nostattaa liikkuvat hahmot ja efektit paremmin näkyville ja se on myös helpompaa tuottaa. Työssä maalasin montun, jossa yritin replikoida taiteellista tyyliä Prinsessa Mononoke-elokuvan maa-, multa- ja kivitekstuurissa, sekä yritin replikoida savun piirros- ja värityyliä.

## 5.2 3D-mallinnus

Corneliuksen 3D-mallinnus Autodesk Mayassa kävi aika suoraviivaisesti. Aloitin hahmon mallinnuksen ensin mallintamalla pään, jonka jälkeen siirryin kaulaa pitkin ylävartaloon. Sitten mallinsin hahmon pyöreän olkapään ja aloin mallintamaan käsivartta. Jouduin kääntämään hahmon kyynärvarsissa olevan metallisuojaus yhdeksänkymmentä astetta hahmon taaksepäin, koska ne eivät olisi toimineet, kun hahmon käsiä taivutti. Kun olin saanut käden mallinnettua, kopioin käden ja peilasin sen hahmon toiselle puolelle. Tämän jälkeen mallinsin hahmon alavartalon ja jalat, mallintaen ensin toisen jalan ja sitten kopioin ja peilasin sen hahmon toiselle puolelle. Hahmon polygonimäärästä tuli yli 200 000, joten jos olisin tehnyt animaatiota, olisi hahmoa pitänyt yksinkertaistaa ainakin minun tietokoneella, sen raskauden takia. Mutta koska tässä projektissa otan hahmosta vain paikallaan olevat kuvat, niin en luonut hahmolle luurankoja ja kontrolleja. Sen sijaan asettaisin hahmon manuaalisesti haluamaani asentoon.



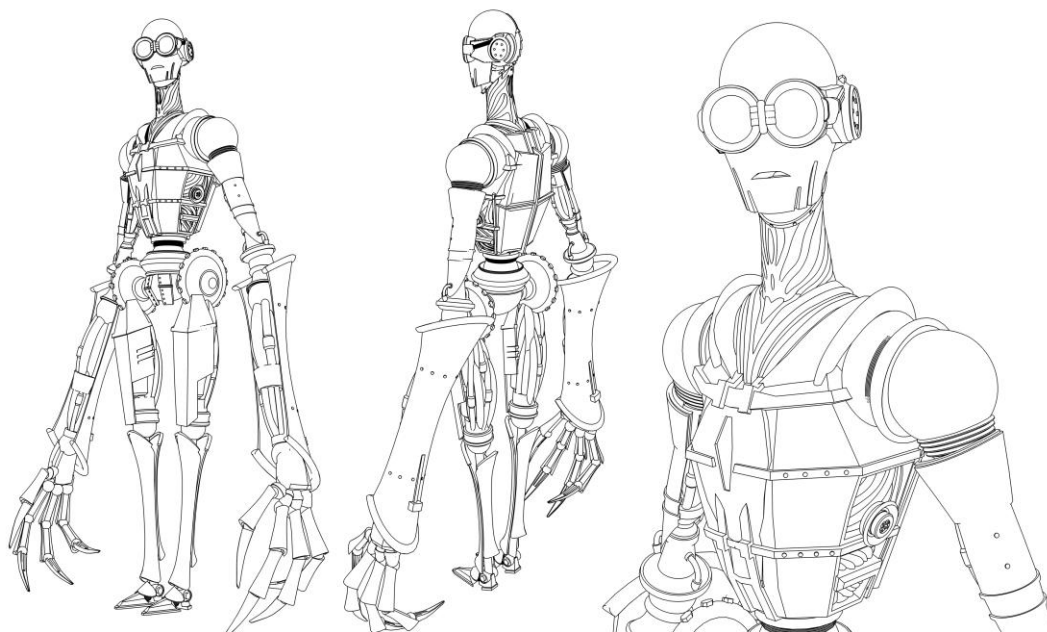
Kuvio 17. Cornelius-robottihahmon 3D-malli mallinnuksen jälkeen.

### 5.3 Renderöinti

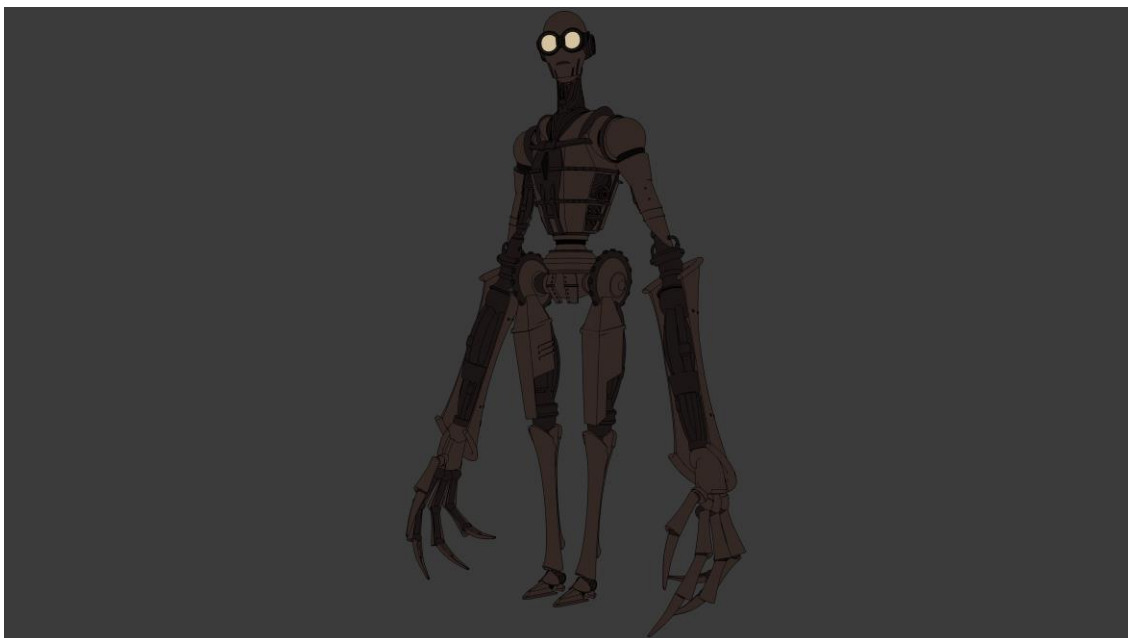
Renderöinti oli projektin hankalin ja teknisin vaihe. Tavoitteenani oli saada Corneliuksesta renderöityä ääriivakuva tasaisten värien kanssa. Olin aiemmin nähnyt opastusvideon Mayan Toon Shader-työkalusta ja miten sen avulla renderöidään 3D-objektille ääriiivat. Video vaikutti vakuuttavalta, mutta kun kokeilin tätä työkalua omassa mallissani, lopputulos ei ollut mieluinen. Yllätyksekseni ohjelma ei ollutkaan piirtoalgoritmi render-ohjelmassa vaan työkalu loi uuden objektin 3D-mallin reunojen päälle, joka muistutti ääriiivoja. Tässä tekniikassa oli paljon negatiivisia puolia. Huomattavin asia oli se, että koska ääriiivat oli täysin uusi 3D-objekti, se lisäsi polygoneja 3D-malliin runsaasti, mikä teki mallista paljon raskaamman. Toiseksi ääriiivojen minimipaksuus oli enemmän mitä halusin ja tämä johti siihen, että alueista, joissa hahmolla oli paljon yksityiskohtia, tuli vain tummia paksuista ääriiivoista. Tämä oli kaikista eniten selvää hahmon kaulan alueella, joka muodostuu putkimaisista objekteista. Kolmas ongelma tässä tekniikassa oli se, että koska ääriiivat olivat polygoneja, perspektiivi ja kameran läheisyys vaikutti niiden ulkonäköön. Kameraa lähempänä näkyvät ääriiivat olivat paksumpia, kuin kaukana olevat.

Päätin siis tutkia toista tapaa, jolla ääriiivat saisi luotua. Maya 2019 mukaan kuuluu Arnold Render-moottori, joten päätin tutkia, löytyisikö Arnoldille mitään työkalua, jolla

ääriviivat saisi renderöityä. Onnekseni juuri se mitä hain kuului Arnoldiin. Arnoldin AiToon-materiaalilla oli renderalgoritmi, jolla ääriviivat saisi renderöityä, joten aloin tutki-  
maan AiToonin käyttöä. Materiaalin käyttö vaati hieman totuttelua, mutta luomalla ma-  
teriaalin, ensiksi lähdin tutkimaan ääriviivojen renderöintiä. Materiaalin työkaluissa Ed-  
ge Detection -> Angle Threshold-työkalua säätämällä render-moottorille kerrotaan,  
kuinka tarkasti se etsii kulmien muutosta, johon ääriviiva pitää piirtää. Työkalun maks-  
miarvo on 180.000, joka tarkoittaa, ettei se etsi tai piirrä ääriviivoja ollenkaan, kun taas  
säätämällä työkalun 0.000:aan, työkalu etsii pienemmätkin kulma muutokset ja piirtää  
niihin ääriviivat. Tämän jälkeen otin testirenderöinnin. Jotta ääriviivat saadaan renderöi-  
tyä, pitää ensin käydä renderasetuksista vaihtamassa Arnold Renderer -> Filter -> Ty-  
pe Gaussianista Contouriin, sillä tämä optio mahdollistaa ääriviivojen piirtämisen. Otin  
testi renderin 1920x1080 pixelin resoluutiolla ja olin muuten tyytyväinen renderöintijäl-  
keen, mutta ääriviivat näyttivät hieman liian paksuilta. Renderöintiasetuksista pystyin  
samasta Filter-valikosta käymään laskemassa ääriviivojen paksuutta. reunojen pak-  
suuden oletusarvoksi oli asetettu 2.000, joten laskin sen 1.000:een. Kun olin saanut  
renderin valmiiksi, ääriviivat näyttivät sahalaitaisilta, eivätkä sileiltä. Päätin sen sijaan  
säätää reunojen paksuuden takaisin 2.000 ja 1920x1080 pikselin resoluution sijaan  
tuplasin resoluution eli renderöin kuvan 3840x2160 pikselin resoluutiolla. Tämä lisäsi  
renderöintiäikää hiukan, mutta olin tyytyväinen lopputulokseen. Alla kuvia näillä rende-  
rasetuksilla renderöidystä Corneliuksesta.



Tällä hetkellä renderöintiasetuksilla tuli kuvista vain ääriivapiirroukset. Minun piti vielä ratkaista, miten saisin asettamani värit renderöityä. Testaamalla ja kokeilemalla eri renderasetuksia, sain lopulta selville, että vaihtamalla renderasetusten Filter-valikon Contour takaisin Gaussianiin, hahmosta renderöitiin vain hahmon värit ilman muuta informaatiota. Tällä hetkellä renderien kanssa tuli musta tausta ja minun pitäisi renderöidä hahmo läpinäkyvällä taustalla, jotta voin yhdistää ääriviivat ja värit Photoshopissa. Etsittyäni verkosta ratkaisua, löysin vastauksen ongelmaani. Jotta hahmon pystyisi renderöimään ilman taustaa, oli minun luotava 3D-mallin ja kameran ympärille pallon muotoinen Dome Light-valo. Tämän valon asetuksista sitten säädettiin valon intensiivisyys nolnaan ja sen Camera Visibility nolnaan, jotta se ei ilmaannu kamerassa. Tämän jälkeen renderit tulivat valmiiksi ilman taustaa ja pystyin yhdistämään ne Photoshopissa.



Kuvio 18. Kuva Corneliuksesta ääriviivojen ja värien kanssa. Harmaa tausta lisätty erikseen Photoshopissa, jotta hahmon eri värit erottuisivat paremmin.

## 5.4 Layout ja Turn Around

Layout-vaiheessa toin Mayaan Photoshopissa maalaamani taustat ja asettelin Corneliuksen haluamaani asentoihin. Kun olin tyytyväinen kamerakuvakulmaan ja syvyyteen, otin hahmosta renderit ja vein Photoshopiin. Samaan aikaan otin hahmosta myös Turn Around-videon, mikä tarkoittaa videota, jossa kamera kiertää 3D-mallin ympäri näyttäen hahmon joka puolelta. Otin nämä renderit käyttäen ääriiviiva-asetuksia. Videon renderöinti osoittautui raskaaksi työksi minun tietokoneelle. Renderinopeudet eivät olleet hitaita, mutta lähes joka neljäskymmenes kuva, minun tietokoneeni kaatui jostain syystä. Tämä hidasti renderöintiä hieman, mutta siitä huolimatta sain videon renderöityä.

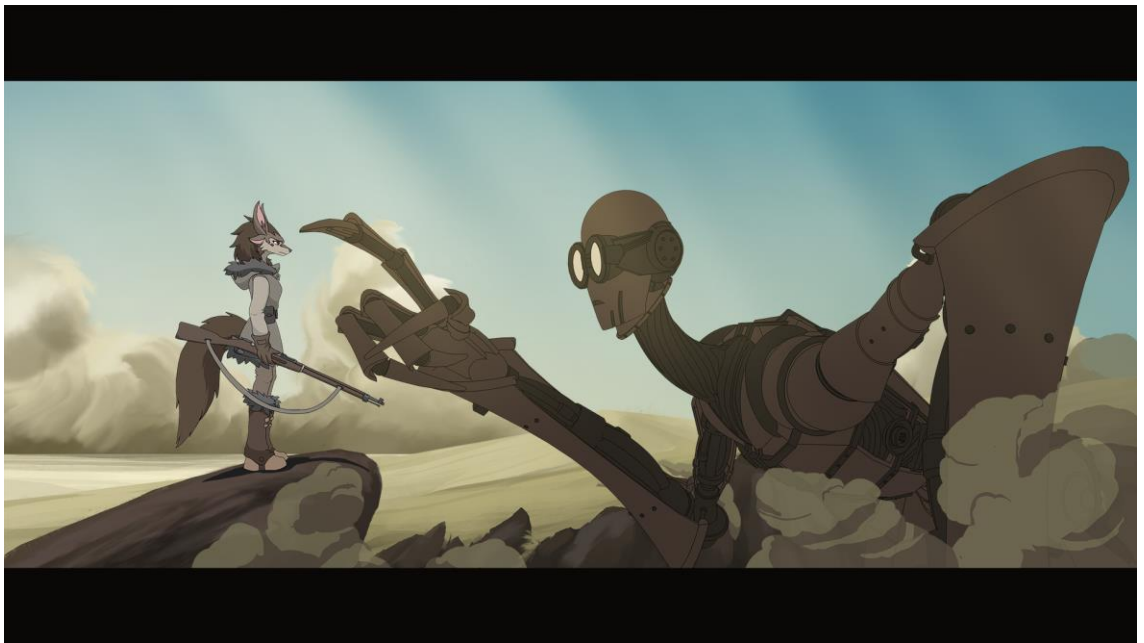


## 5.5 Kompositointi

Kun olin saanut Corneliuksen renderöityä, oli aika kompositoida kuvat. Pohjatasoksi asetin maalatun taustan, taustan päälle asetin takalaidassa olevat piirretyt savuefektit, kolmanneksi asetin Corneliuksen, Corneliuksen eteen asetin edessä olevat savuefektit. Seuraavaksi asetin valaistustason, joka valaisi alempia tasoja. Tämän jälkeen asetin etukallion ja Mari-piirroshahmon päällimmäiseksi. Viimeisenä lisäyksenä lisäsin ylä- ja alareunaan paksut mustat reunat, jotka saivat kuvat näyttämään elokuvamaisilta.

Seuraavalla sivulla on lopulliset kompositoidut kuvat.





## 6 Yhteenveto

Lähdin tekemään tätä opinnäytetyötä silkasta animaatiotyylin kiinnostuksesta ja halusin tutkia sen tekoprosessia. Alun perin ajatuksenani oli, että olisin luonut kokonaisen lyhytanimaatiokohtauksen käyttäen tämänkaltaista tekniikkaa, mutta päätinkin rajata työtä vain sen teknisen puolen tutkimukseen. Tässäkin työssä oli lopulta aika paljon työtä, joten CGI-hahmon ja piirroshahmon animaatioiden lisääminen olisivat ollut aika kaukaa haettu tavoite. Mutta se, mitä lopuksi lähdin tavoittelemaan, eli miten saisin CGI-hahmon näyttämään luonnolliselta kaksiulotteisessa piirrosympäristössä, onnistui omasta mielestäni haluamalla tavalla ja olen tyytyväinen lopulliseen jälkeen. Aloitin konseptoimalla hahmot ja ympäristöt. Mallinsin hahmon ja selvitin renderöintiasetukset. Asetin hahmon haluamaani asentoihin ja renderöin kuvat. Otin hahmosta videon, joka kiertää hahmon. Lopuksi kokosin kuvat Photoshopissa. Vielä pientä hienosäätöä ja lisätutkimusta ääriviivojen renderöintiin voisi tehdä. Nykyisissä ääriviivarendereissä on pieniä epäkohtia, joihin olen varma, että löytyy jostain ratkaisut. Minun pitää myös selvittää, mikä aiheutti tietokonekaatumiset ääriviivarenderöintien aikana, mutta minulla on tunne, että syy ei ollut Mayassa, vaan minun vanhenevassa tietokoneessani.

Tradigitaalinen animaatio tulee pysymään minun suosiossani vielä pitkään. Minä kuitenkin rakastan piirrosanimaatiota ja tietokoneanimaatiota, joten näiden kahden yhdistäminen tietenkin herättää minussa intoa. Saa kuitenkin nähdä, miten tulevaisuudessa käy, tuleeko piirrosanimaatio vielä yleistymään ja tekisi hienon paluun? Spider-Man –kohti hämähäkkiuniversumia-elokuvan ja Papermanin suosio kuitenkin todistaa, että ihmiset eivät välttämättä hae vain sitä realistisen näköistä animaatiota, vaan vanhan animaation nostalgian kipinä voi syttyä lähitulevaisuudessa. Ei kaiken animaation tarvitse näyttää samanlaiselta Maailmassa on tilaa myös erilaisille taideteoksille ja sellaisena minä olen aina ne nähnyt, liikkuvana taiteena.

Ja jos minä voin jollain tavalla auttaa sitä kipinää, joka sytyttäisi piirrosanimaation suosion jälleen, niin lähdän tähtäämään siihen mikä sen vaatii. Kohti seuraavaa projektia siis ja ensi kerralla teen näitä tekniikoita käyttäen lopullisen animaation.

## Lähteet

Arnoldrenderer 2018, Arnold Edge

<<https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AFMUG/Edge>> (Luettu 4.3.2019)

Box Office Mojo 2019, Atlantis: The Lost Empire Box Office Mojo

<<https://www.boxofficemojo.com/movies/?id=atlantis.htm>> (Luettu 20.4.2019)

Box Office Mojo 2019, Spider-Man: Into The Spider-Verse Box Office Mojo

<<https://www.boxofficemojo.com/movies/?id=animatedspider-man.htm>> (Luettu 6.5.2019)

Box Office Mojo 2019, Treasure Planet Box Office Mojo

<<https://www.boxofficemojo.com/movies/?id=treasureplanet.htm>> (Luettu 20.4.2019)

Child Ben 2013, Disney turns away from hand-drawn animation

<<https://www.theguardian.com/film/2013/mar/07/disney-hand-drawn-animation>> (Luettu 20.4.2019)

Dannystppls 2014,

<[https://www.reddit.com/r/anime/comments/2cw4ol/how\\_many\\_fps\\_does\\_anime\\_usually\\_have\\_just/](https://www.reddit.com/r/anime/comments/2cw4ol/how_many_fps_does_anime_usually_have_just/)> (Luettu 18.4.2019)

Flanders Tess, 1911, Syracuse Post Standard Archives, Mar 28, 1911, p. 18

<<https://newspaperarchive.com/syracuse-post-standard-mar-28-1911-p-18/>> (Luettu 6.4.2019)

Frome Jonathan 2013, Snow White: Critics and Criteria for the Animated Feature Film

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10509208.2011.585300>> (Luettu 18.4.2019)

Harrison Mark 2016, The Rescuers Down Under - the Disney renaissance's lost film

<<https://www.denofgeek.com/movies/the-rescuers-down-under/39174/the-rescuers-down-under-the-lost-film-of-the-disney-renaissance>> (Luettu 6.4.2019)

McClure Holly 2001, An Interview With Dreamworks' Jeffrey Katzenberg

<<https://www.crosswalk.com/1141134/>> (Luettu 18.4.2019)

Pixar Animation Studios 1995, How Are Characters Animated at Pixar?

<<https://www.youtube.com/watch?v=5TqPI3MSSow>> (Katsottu 18.4.2019)

The Land Before Time Production Cel Production <<https://vegalleries.com/art/don-bluth/407/the-land-before-time-1988/the-land-before-time-production-cel-production-background-id>> (Luettu 18.4.2019)

Tirosh Udi 2013, Alfred Hitchcock's vertigo possibly the first movie to use computer animation <<https://www.diyphotography.net/alfred-hitchcocks-vertigo-possibly-first-movie-use-computer-animation/>> (Luettu 18.4.2019)



Tradigital Art <<https://www.revolvyy.com/page/Tradigital-art>> (Luettu 18.4.2019)

Walt Disney Animation Studios 2016, WDAS Technology Projects: Computer Assisted Animation of Line and Paint in Disney's Paperman  
<<https://www.youtube.com/watch?v=84rl-T2ylls>> (Katsottu 6.5.2019)

Walt Disney Pictures 1986, The Making of The Great Mouse Detective  
<<https://www.youtube.com/watch?v=JH9Rtt9Xde4>> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1991, Beauty and the beast ~ behind the scenes Documentary  
<<https://www.youtube.com/watch?v=J2eabmPo-3E>> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1992, A Diamond in the Rough: The Making of Aladdin (Full Documentary) <<https://www.youtube.com/watch?v=afqrFqn7PJq>> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1994, The Making of The Lion King  
<<https://www.youtube.com/watch?v=SY4plqMaoBg>> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1995, The Making of Disney's The Hunchback of Notre Dame  
<<https://www.youtube.com/watch?v=cXngKnEAvZc>> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1998 The Making of Mulan  
<[https://www.youtube.com/watch?v=pUoH\\_u3H2PQ](https://www.youtube.com/watch?v=pUoH_u3H2PQ)> (Katsottu 6.4.2019)

Walt Disney Pictures 1999, The Making of Tarzan  
<<https://www.youtube.com/watch?v=wm0zcjffbky>> (Katsottu 18.4.2019)

Walt Disney Pictures 1999, Tarzan Deep Canvas Demo  
<<https://www.youtube.com/watch?v=RZA6nitNeYw>> (Katsottu 18.4.2019)

Walt Disney Pictures 2001, Making of Atlantis: The Lost Empire  
<<https://www.youtube.com/watch?v=tvR9Zdp74fY>> (Katsottu 20.4.2019)

Walt Disney Pictures 2002, Disney's Animation Magic Hosted by Roy Disney (Treasure Planet behind the Scenes) <<https://www.youtube.com/watch?v=NU7NQDKDDH8>> (Katsottu 20.4.2019)

Walt Disney Pictures 2002, Treasure Planet Captain Hook Clip  
<<https://www.youtube.com/watch?v=bt19xngNDAQ>> (Katsottu 20.4.2019)

Warner Bros. Feature Animation 1999, The Making of the Iron Giant  
<[https://www.youtube.com/watch?v=5xVt\\_zlms90](https://www.youtube.com/watch?v=5xVt_zlms90)> (Katsottu 18.4.2019)

Wikipedia 2019, Cel <<https://en.wikipedia.org/wiki/Cel>> (Luettu 18.4.2019)

Wikipedia 2019, Snow White and the Seven Dwarfs

[https://en.wikipedia.org/wiki/Snow\\_White\\_and\\_the\\_Seven\\_Dwarfs\\_\(1937\\_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Snow_White_and_the_Seven_Dwarfs_(1937_film)) (Luettu 18.4.2019)

Woropaew 2018, History of computer animation (CGI)

<<https://computeranimationhistory-cgi.jimdo.com/>> (Luettu 18.4.2019)

Woropaew 2018, History of computer animation (CGI) Toy Story

<<https://computeranimationhistory-cgi.jimdo.com/toy-story-1995/>> (Luettu 18.4.2019)

Woropaew 2018, History of computer animation (CGI) Vertigo

<<https://computeranimationhistory-cgi.jimdo.com/vertigo/>> (Luettu 18.4.2019)

**Työlinkit**

Eemeli Loukola Thesis 2019 - Character Turnaround  
<<https://www.youtube.com/watch?v=oWj2Ct3t9ws>>

Eemeli Loukola Thesis 2019 - Frame 1 Composition Layers  
<<https://www.youtube.com/watch?v=DxIA0Ob82Po>>

Eemeli Loukola Thesis 2019 - Frame 2 Composition Layers  
<[https://www.youtube.com/watch?v=A1uqq\\_CHaL](https://www.youtube.com/watch?v=A1uqq_CHaL)>